

Submitted: 11 March 2025

Revised: 22 June 2025

Accepted: 23 June 2025

Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga melalui Pendekatan Aquaponik

Onni Meirezaldi¹, Nila Firdausi Nuzula^{2*}, Sri Sulasmiyati³, Cacik Rut Damayanti⁴,
Angung Nugroho Luthfi Imam Fahrudi⁵, Desika Putri Nuraeni⁶, Rayssa Nathasa Arja⁷
¹⁻⁷ Fakultas Ilmu Administrasi, Universitas Brawijaya

*meirezaldi@ub.ac.id

Kata Kunci:
aquaponik,
ekonomi
sirkular, desa
berkelanjutan

Abstrak Program pengelolaan sampah organik berbasis sirkular aquaponik di Dusun Budug, Kabupaten Pasuruan, dirancang melalui pendekatan *Community-Based Participatory Action Research* (CBPAR). Rangkaian kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan teknis vermikultur–aquaponik, pembangunan unit percontohan, serta siklus monitoring dan refleksi yang dilakukan secara rutin. Hasil audit awal menunjukkan adanya timbulan sampah dapur rumah tangga serta tingkat literasi lingkungan yang relatif rendah. Setelah implementasi program, jumlah limbah organik berhasil ditekan secara signifikan melalui konversi ke vermikultur yang menghasilkan kascing, sayuran hidroponik, dan ikan lele. Dampak positif juga terlihat dari peningkatan literasi lingkungan masyarakat setelah mengikuti lokakarya tematik. Surplus hasil panen sayur dan ikan turut menurunkan pengeluaran rumah tangga, sementara survei kepuasan menunjukkan apresiasi tinggi terhadap kemudahan operasional sistem. Analisis kualitatif memperlihatkan terbangunnya rasa kepemilikan warga serta adanya redistribusi peran gender dalam pengelolaan unit. Temuan ini menegaskan bahwa model sirkular aquaponik skala pekarangan mampu mengintegrasikan pengurangan limbah, peningkatan ketahanan pangan, serta penguatan ekonomi rumah tangga secara berkelanjutan. Upaya replikasi di desa sekitar tengah dipersiapkan melalui skema pendampingan teknis dan integrasi anggaran desa, sehingga memperlihatkan potensi skalabilitas pendekatan CBPAR dalam mendukung pencapaian target SDG 12 di tingkat komunitas

Keywords:
aquaponics,
circular
economy,
sustainable
village

Abstract The organic waste management program based on circular aquaponics in Budug Hamlet, Pasuruan Regency, was designed using a *Community-Based Participatory Action Research* (CBPAR) approach. The activities included community outreach, technical training on vermiculture–aquaponics, the establishment of pilot units, and a cycle of regular monitoring and reflection. The initial audit indicated a considerable amount of household kitchen waste and relatively low environmental literacy. Following the implementation, organic waste was substantially reduced through conversion into vermiculture, which produced vermicompost, hydroponic vegetables, and catfish. Positive outcomes were also reflected in the increased environmental literacy of residents after thematic workshops. The surplus of vegetables and fish contributed to reducing household expenditures, while a satisfaction survey revealed strong appreciation for the operational simplicity of the system. Qualitative analysis highlighted the emergence of community ownership and a redistribution of gender roles in managing the units. These findings demonstrate that small-scale circular aquaponics can integrate waste reduction, food security enhancement, and household economic strengthening in a sustainable manner. Replication efforts are currently being prepared in neighboring villages through technical assistance and village budget integration, underscoring the scalability potential of the CBPAR approach in advancing SDG 12 targets at the community level.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah rumah tangga menjadi salah satu tantangan utama dalam pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Setiap tahun, peningkatan populasi dan perubahan gaya hidup masyarakat berkontribusi pada bertambahnya volume sampah yang dihasilkan. Sampah rumah tangga yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, serta penurunan kualitas hidup masyarakat (Han et al., 2015). Di berbagai daerah, terutama di pedesaan, sistem pengelolaan sampah masih belum optimal, dengan banyaknya sampah yang dibuang sembarangan tanpa adanya mekanisme pengolahan yang efektif. Kondisi ini mendorong perlunya pendekatan inovatif yang dapat diterapkan secara berkelanjutan dalam pengelolaan sampah rumah tangga (Boateng et al., 2016).

Pendekatan berbasis komunitas dalam pengelolaan sampah dapat meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan (Budiarti, et al., 2022). Misalnya, di beberapa wilayah, optimalisasi sumber daya lokal melalui partisipasi aktif warga telah menunjukkan hasil yang positif dalam pengelolaan sampah dan pelestarian lingkungan (Meirezaldi et al., 2024). Selain itu, strategi ini memungkinkan penerapan metode pengelolaan sampah yang ramah lingkungan dan berorientasi pada manfaat ekonomi, seperti sistem daur ulang dan pengolahan sampah organik menjadi kompos atau pakan ternak. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya lokal dan pemberdayaan masyarakat menjadi faktor kunci dalam keberhasilan program pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Meirezaldi et al., 2025).

Dusun Budug, Desa Sambirejo, Kecamatan Rejos, Kabupaten Pasuruan merupakan salah satu daerah yang menghadapi permasalahan serius dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Sampah yang tidak terkelola dengan baik sering kali dibuang ke sungai, menyebabkan pencemaran air serta meningkatkan risiko banjir pada musim hujan. Dampak dari kondisi ini tidak hanya terbatas pada kerusakan lingkungan, tetapi juga berimbas pada kesehatan masyarakat akibat penyebaran penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air. Pemerintah desa telah berupaya mengatasi masalah ini melalui program bank sampah dan penyediaan fasilitas pengolahan sampah, namun upaya tersebut sering kali tidak berkelanjutan akibat minimnya kesadaran dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah (Meirezaldi et al., 2025).

Kondisi geografis dan sosial-ekonomi Dusun Budug juga mempengaruhi pola pengelolaan sampah di masyarakat. Sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani, dengan aktivitas pertanian yang menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar. Sayangnya, limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber daya produktif. Selain itu, budaya gotong royong yang masih kuat di desa ini menjadi peluang dalam penerapan pendekatan berbasis komunitas untuk pengelolaan sampah yang lebih efektif. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang tersedia.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah penerapan model sirkular aquaponik berbasis cacing sebagai metode pengolahan sampah organik, yang telah terbukti efektif dalam pemberdayaan masyarakat dan peningkatan kesejahteraan (Wahyuni, et al., 2024). Model ini mengintegrasikan sistem aquaponik, yang mengombinasikan budidaya ikan dan hidroponik, dengan penggunaan cacing tanah untuk mengurai sampah organik menjadi pupuk yang bermanfaat. Pendekatan ini telah terbukti efektif dalam mengurangi volume sampah organik serta menghasilkan produk bernilai ekonomi seperti sayuran dan ikan yang dapat dikonsumsi atau dijual oleh masyarakat (Love et al., 2014; Tyson et al., 2011). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat diterapkan dengan skala kecil

maupun besar, sehingga sesuai dengan kondisi sosial dan ekonomi masyarakat pedesaan (Rakocy et al., 2004).

Dalam beberapa studi sebelumnya, metode pengolahan sampah berbasis komunitas telah menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan kesadaran masyarakat serta menciptakan nilai ekonomi dari limbah rumah tangga (Boateng et al., 2016; Meirezaldi et al., 2024). Dengan merujuk pada pengalaman daerah lain, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan menerapkan metode sirkular aquaponik berbasis cacing untuk mengelola sampah rumah tangga di Dusun Budug. Kegiatan ini mencakup edukasi dan pelatihan bagi masyarakat mengenai teknik pengolahan sampah yang berkelanjutan serta pemanfaatan hasil dari sistem aquaponik untuk meningkatkan kesejahteraan ekonomi warga. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengatasi permasalahan lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup masyarakat setempat.

2. METODOLOGI

Program pengabdian ini menggunakan pendekatan Community-Based Participatory Action Research (CBPAR) yang berlangsung selama delapan bulan di tahun 2024, tepatnya di bulan April hingga November. Seluruh kegiatan, dari perencanaan hingga evaluasi, dibangun dan dikelola bersama antara tim PkM FIA UB dan *Kelompok Penggerak PKK Dusun Budug, Desa Sambirejo* sehingga praktik pengelolaan sampah organik berbasis sirkular aquaponik benar-benar berakar pada kebutuhan lokal.

Pada fase perencanaan (April 2024), tim PkM FIA UB melakukan koordinasi awal dengan tim penggerak PKK dusun Budug. Diskusi tersebut dilakukan dengan melakukan audit awal mengenai permasalahan pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga. Kegiatan tersebut diikuti dengan kesepakatan dan kesepahaman menjalin kerjasama untuk mengelola permasalahan tersebut. Kelompok penggerak PKK sebagai mitra kegiatan ini dianggap dapat memenuhi kriteria yang memiliki status hukum sah, diakui keberadaannya oleh Kepala Desa Sambirejo, sehingga layak melakukan kerjasama secara formal dengan perguruan tinggi maupun pemerintah daerah.

Tim abdimas terdiri lima dosen dari FIA UB yang pada pelaksanaan kegiatan PkM ini memiliki tanggung jawab berbeda. Adapun tugas dan tanggung jawab masing-masing anggota meliputi kebijakan publik partisipatif yang fokus pada perencanaan kegiatan berbasis CBPAR. Kedua, memiliki pengalaman ekonomi lingkungan yang akan fokus pada ekonomi sirkular. Tiga, pelaku aktif aquaponik pada level rumah tangga selama dua tahun terakhir. Keempat, sosiolog pedesaan, fokus pada pemberdayaan gender. Terakhir, fokus pada monitoring & evaluasi yang akan bertanggung jawab pada penguasaan indikator kualitatif-kuantitatif hasil kegiatan PkM. Kegiatan ini memastikan pengumpulan data kuantitatif (misalnya volume sampah, konversi pakan, dan arus kas) serta kualitatif (catatan reflektif, transkrip FGD) berlangsung konsisten, reliabel, dan dapat ditindaklanjuti; temuan berkala ini dipakai sebagai dasar refleksi dan perbaikan cepat dalam siklus CBPAR. Selain kelima anggota tersebut, kegiatan ini juga dibantu oleh 12 mahasiswa pendamping lapang yang bertugas menjalankan fungsi operasional harian, seperti mendampingi praktik vermikultur dan aquaponik, mengisi log aktivitas, serta memproduksi konten edukasi digital untuk diseminasi. Sinergi keahlian lintas disiplin ini memungkinkan program bergerak luwes, adaptif, dan tetap terukur dampaknya untuk pendamping harian, log aktivitas, konten media. Tabel 1 merangkum keahlian tersebut dan kontribusinya terhadap siklus CBPAR. Sebagai tambahan, Dinas Pertanian Kabupaten Pasuruan menyediakan dua penyuluh sebagai co-fasilitator teknis.

Tabel 1. Keahlian Inti Tim Pengabdian

No	Posisi / Disiplin	Keahlian Kunci & Kontribusi CBPAR
1	Ketua Proyek - Kebijakan Publik	Fasilitasi partisipatif, koordinasi pemangku
2	Ekonom Lingkungan	Analisis biaya-manfaat ekonomi sirkular
3	Pelaku Aquaponik	Desain & troubleshooting sistem aquaponik
4	Sosiolog Pedesaan	Mobilisasi gender-inklusif, photovoice
5	Spesialis M&E	Triangulasi data kuantitatif-kualitatif
6	Mahasiswa (12 orang)	Pendamping harian, log aktivitas, konten media

Lokasi kegiatan terpusat di Dusun Budug, Desa Sambirejo, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan (Jawa Timur). Sesi koordinasi dan lokakarya dilaksanakan di balai desa, sedangkan instalasi percontohan ditempatkan pada lima rumah tangga relawan dan kebun komunitas PKK.

Tabel 2. Fase CBPAR

	Bulan 2025							
	4	5	6	7	8	9	10	11
Perencanaan	■							
Desain Kegiatan		■	■					
Workshop		■	■	■				
Implementasi			■	■	■	■	■	■
Monitoring & Refleksi						■	■	
Evaluasi & diseminasi								■

Urutan kegiatan terperinci divisualisasikan pada Tabel 2.

- Fase perencanaan dilakukan di bulan pertama, tepatnya di April 2024, dimana tim PkM pertama kali membuka komunikasi dengan pemerintah desa Sambirejo. Pada fase ini selain pengenalan, juga dilakukan identifikasi masalah, pemetaan pemangku kepentingan, dan penetapan peran.
- Proses selanjutnya adalah diskusi intens antara tim PkM dengan pemerintah desa terkait desain kegiatan yang diselenggarakan di lokasi. Survei lanjutan juga dilakukan pada sesi ini, salah satunya adalah pemilihan Dusun Budug sebagai lokasi awal gerakan pengolahan limbah organik rumah tangga.
- Workshop atau pelatihan awal dilakukan secara langsung di lapang setelah sebelumnya tim PkM yang menerjunkan tim mahasiswa selesai mempersiapkan produk contoh sederhana untuk skala rumah tangga. Selain pemaparan oleh anggota tim PkM, kegiatan ini juga turut didukung oleh dinas pertanian kabupaten Pasuruan. Pelatihan diawali dengan sosialisasi pemanfaatan limbah organik rumah tangga agar tidak dibuang sembarang, pelatihan vermikultur, budidaya lele, dan hidroponik nutrisi.
- Implementasi percontohan sekaligus mulai membina rumah tangga yang melakukan instalasi aquaponik di rumah masing-masing. Tim mahasiswa juga rutin turun ke lapang untuk membantu mengedukasi warga dengan melakukan bantuan pemasangan unit, pencatatan harian, dan evaluasi mingguan.
- Kegiatan monitoring & refleksi dengan cara melakukan analisis limbah masuk/keluar, konversi pakan, dan beban kerja ibu-ibu PKK selaku pelaksana kegiatan.

- Evaluasi & diseminasi akhir, meliputi kegiatan turun lapang atau survey akhir, melakukan FGD untuk mendapatkan informasi dari penggunaan, analisis biaya-manfaat, pameran desa, serta penyusunan *policy brief* untuk pemerintah desa.

Melalui rangkaian kegiatan ini, diharapkan terjadi pengurangan limbah organik, peningkatan ketahanan pangan, serta lahirnya model pengolahan limbah organik rumah tangga. Untuk jangka panjang, tidak sekedar mengolah limbah, namun usaha mikro berbasis aquaponik juga dapat memberikan manfaat dan penghasilan tambahan bagi rumah tangga.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan temuan program pengelolaan sampah organik berbasis sirkular aquaponik di Desa Sambirejo dengan merunut enam tahapan CBPAR yang telah diuraikan pada metodologi (Tabel 2). Penyajian hasil menekankan capaian terukur, kuantitatif maupun kualitatif, serta komparasi dengan literatur guna memastikan keterkaitan ilmiah yang kuat. Secara keseluruhan, implementasi yang diawali dengan sosialisasi, pelatihan teknis, dan pembangunan proyek percontohan tersebut terbukti memberikan dampak positif bagi lingkungan sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat, yaitu kesadaran warga terhadap pengelolaan sampah yang bertanggung jawab naik secara signifikan, sementara produksi ikan dan sayuran dari sistem aquaponik menambah manfaat ekonomi rumah tangga. Penjelasan pada bab hasil dan pembahasan ini menjembatani proses dan hasil sehingga alur logika antara kegiatan dan temuan tetap terjaga sebelum pembahasan rinci pada keenam tahapan CBPAR.

Perencanaan

Pada fase Perencanaan di bulan April 2024, tim PkM melakukan *baseline waste audit* dengan menimbang sampah dapur yang dihasilkan selama tujuh hari berturut-turut di 52 rumah tangga anggota PKK Dusun Budug. Hasil penimbangan harian tersebut diolah menjadi rerata mingguan $14,2 \pm 2,1$ kg per rumah. Angka pertama (14,2 kg) menunjukkan nilai rata-rata, sedangkan deviasi baku 2,1 kg merefleksikan variasi antar-rumah akibat perbedaan jumlah penghuni dan pola konsumsi. Pada saat yang sama, tim menyebarkan Survei Pengetahuan Awal kepada 52 responden menggunakan kuesioner 20-item tentang prinsip 3R, ekonomi sirkular, dan dampak lingkungan sampah. Skor rata-rata yang diperoleh baru 37,3 dari 100. Hal ini mengindikasikan rendahnya literasi lingkungan sebelum intervensi. Diskusi antar stakeholders yang terlibat dalam kegiatan ini, meliputi pengurus PKK, Pemerintah Desa, dan tim PkM FIA-UB menghasilkan peta masalah serta pemilihan lima pekarangan sebagai lokasi *pilot*.

Sebagai langkah pendekatan untuk membangun kesadaran sejak dini, tim PkM menyelenggarakan sosialisasi partisipatif melalui diskusi kelompok, pemutaran video, dan distribusi brosur bergambar yang menyoroti pencemaran air-tanah akibat pembuangan sampah sembarangan serta potensi ekonomi sistem sirkular aquaponik. Pendekatan visual yang mudah dipahami ini mendorong warga merefleksikan praktik sehari-hari mereka. Metode *photovoice*, di mana peserta memotret kondisi sampah rumah lalu memaknainya dalam dialog, menunjukkan pergeseran narasi dari “sampah = beban” menjadi “sampah = sumber daya potensial”. Partisipasi aktif warga pada sesi diskusi dan praktik awal tidak hanya meningkatkan pemahaman teoritis, tetapi juga menumbuhkan rasa kepemilikan terhadap program. Edukasi berbasis komunitas efektif memacu adopsi teknologi hijau di pedesaan dengan akses informasi terbatas (Meirezaldi et al., 2024).



Gambar 1. Kegiatan Pelaksanaan Sosialisasi Aquaponik

Desain Kegiatan

Pada Mei 2024, tim mahasiswa bekerja bersama warga untuk merancang detail sistem sirkular aquaponik, mulai dari bak lele 1 m³, rak hidroponik 24 lubang, hingga boks vermikultur 120 L, serta menetapkan tata letak di lima pekarangan percontohan. Proses ini diikuti secara antusias dan tercapai tanpa ada rasa keberatan dari warga dusun Budug. Selanjutnya, serangkaian pelatihan teknis dilakukan untuk membekali warga dengan keterampilan praktis mengolah sampah menggunakan cacing *Lumbricus rubellus* dan memelihara ikan lele dalam sistem aquaponik terintegrasi. Evaluasi pasca pelatihan menunjukkan peserta yang semula belum berpengalaman dalam hidroponik maupun budidaya ikan mampu mengoperasikan sistem secara mandiri. Proses konversi limbah dapur menjadi kascing, serta menjaga kualitas air agar tanaman menyerap nutrisi secara optimal. Selain manfaat lingkungan, dampak ekonomi juga mulai tampak, beberapa rumah tangga melaporkan peningkatan ketersediaan sayur dan ikan untuk konsumsi keluarga, bahkan surplus kecil dijual guna menambah pendapatan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Love et al. (2014) bahwa aquaponik tidak hanya menekan penggunaan pupuk kimia dan limbah, tetapi juga membuka peluang usaha berbasis sumber daya lokal. Dengan demikian, tahap desain kegiatan dan penerapan teknologi berhasil menyiapkan fondasi teknis sekaligus sosial bagi keberlanjutan sistem sirkular aquaponik di Dusun Budug.

Workshop

Selanjutnya, selama bulan Mei-Juni 2024, tim PkM menyelenggarakan tiga lokakarya tematik, meliputi vermikultur, aquaponik, dan pencatatan keuangan mikro yang diikuti seluruh 52 keluarga peserta. Hasil pre-test dan post-test menunjukkan lonjakan pengetahuan sebesar 34 poin (dari skor rata-rata 37,3 menjadi 71,2 / 100), menandakan transfer materi berlangsung efektif. Praktik langsung di salah satu lokasi penempatan rak aquaponik yang telah ditentukan 25 kg kascing dan 120 bibit sayuran. Produk awal ini kemudian dibagikan ke lima pekarangan percontohan sebagai bahan tanam dan pupuk organik. Catatan partisipatif mengungkap dinamika menarik: perempuan usia 24-35 tahun paling cepat menguasai teknik pengukuran pH air, sedangkan kelompok lansia lebih telaten dalam perawatan cacing, mencerminkan distribusi peran yang saling melengkapi di dalam tim PKK.

Dampak keterampilan baru tersebut segera tampak pada produktivitas sistem aquaponik. Pemantauan Juni–Oktober 2024 menunjukkan rata-rata panen sayuran tercapai 7–10 hari lebih cepat dibanding metode konvensional berkat efisiensi serapan nutrisi dari kotoran ikan. Setiap unit menghasilkan $\pm 3,7$ kg sayuran per bulan meski hanya membutuhkan lahan ± 2 m², memungkinkan keluarga menanam beragam komoditas dalam ruang terbatas. Di sisi perikanan, lele memperlihatkan laju pertumbuhan 1,35 g/hari dengan tingkat kelangsungan hidup > 90 %, didukung FCR 1,54 yang lebih baik daripada budidaya tradisional ($\approx 1,8$). Kombinasi panen sayur dan ikan ini bukan saja menambah ketersediaan pangan rumah tangga tetapi juga membuka peluang surplus per keluarga pada bulan evaluasi awal. Dengan demikian, lokakarya peningkatan kapasitas tidak hanya menguatkan pengetahuan peserta, tetapi juga langsung berkontribusi pada kinerja teknis dan ekonomi sistem sirkular aquaponik di Dusun Budug.

Monitoring & Refleksi

Pada bulan September 2024, tim PkM melaksanakan mini-survei terhadap seluruh 52 rumah tangga peserta dan mengadakan dua FGD lintas usia-gender untuk menilai kinerja serta dampak sosial program. Hasil kuantitatif menunjukkan skor kepuasan rata-rata 4,46 dari skala Likert 1-5, mayoritas responden menilai prosedur operasional (pemberian pakan, pengukuran pH, pemanenan sayur) “mudah” hingga “sangat mudah”. Catatan keuangan mingguan mengonfirmasi penghematan pengeluaran rata-rata mencapai Rp 176 000 per rumah per bulan, diperoleh dari mengurangi belanja sayuran dan lauk.

Analisis kualitatif menonjolkan dua tema utama. Pertama, penguatan identitas komunitas, anggota PKK merasa “lebih ilmiah” karena kini mengandalkan data dan timbang hasil panen untuk mengambil keputusan, sebuah kebanggaan yang meningkatkan motivasi gotong-royong. Kedua, redistribusi peran gender, wawancara dan observasi mengindikasikan keterlibatan anggota keluarga lain dalam memberi pakan lele dan memeriksa pompa air, sehingga beban operasional yang semula dipikul perempuan berkurang signifikan.

Sebagai bagian dari siklus refleksi CBPAR, peserta mengusulkan pemasangan layar peneduh 60% di atas bak lele dan bak cacing untuk menghindari sengatan matahari secara langsung pada siang hari. Tindakan korektif ini dilaksanakan satu minggu setelah FGD. Dengan demikian, fase *monitoring & refleksi* tidak hanya memotret capaian dan perubahan perilaku, tetapi juga memicu perbaikan teknis berbasis bukti yang menjamin keberlanjutan program.

Evaluasi & Diseminasi

Evaluasi akhir dilaksanakan pada bulan November 2024, delapan bulan setelah program dimulai, dengan memadukan pencatatan lapangan, survei rumah tangga, dan audit teknis. Tabel 3 merangkum temuan kuantitatif utama melalui lima kolom. Kolom pertama (Indikator) menuliskan aspek kinerja yang diukur; kolom kedua (Baseline/April) mencatat kondisi awal sebelum intervensi; kolom ketiga (Akhir/November) menunjukkan capaian terkini; kolom keempat (Δ % atau Δ nilai) menghitung perubahan absolut atau persentase; terakhir, kolom kelima (Sumber Data) menyebut instrumen atau dokumen acuan.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Capaian Akhir

Indikator	Baseline (Apr)	Akhir (Nov)	Δ % / Δ nilai	Sumber Data
Sampah organik → vermikultur (kg/rumah/mgg)	14,2	8,1	-43 %	Timbangan harian
Kascing dihasilkan (kg/unit/bln)	0	4,2	n/a	Log produksi
Biomassa sayur (kg/unit/bln)	0	3,7	n/a	Catatan panen
Laju pertumbuhan lele (g/hari)	—	1,35	n/a	Sampling biomassa
Penghematan belanja (Rp/bln)	0	±176.000	±176.000	Buku kas PKK
Skor literasi lingkungan (/100)	46,3	88,5	+91 %	Pre/post test

- Sampah organik → vermikultur (kg/rumah/minggu). Rerata limbah dapur turun dari 14,2kg menjadi 8,1kg, setara penurunan 43%. Angka ini diolah dari buku timbang harian yang dipasang di setiap dapur, menandakan bahwa sebagian besar sampah kini dialihkan ke boks vermikultur.
- Kascing dihasilkan (kg/unit/bulan). Pada baseline nilai ini nihil; setelah enam bulan operasi, tiap unit memproduksi ±3,2 kg pupuk kascing per bulan (dicatat di log produksi), cukup untuk memupuk 10 m² kebun sayur komunitas.
- Biomassa sayur (kg/unit/bulan). Juga nol di awal, kini rata-rata 2,7 kg sayuran hijau dipanen setiap bulan per unit (catatan panen), menunjukkan efisiensi penyerapan nutrisi dari air kolam.
- Laju pertumbuhan lele (g/hari). Indikator ini tidak relevan sebelum instalasi; pengukuran sampling biomassa menunjukkan kecepatan tumbuh 1,25 g per hari.
- Pendapatan baru (Rp/bulan). Belum sepenuhnya bisa disebut sebagai pendapatan baru bagi keluarga, namun bisa dikatakan bahwa saat ini, rata-rata per keluarga yang memasang instalasi ini dapat melakukan penghematan pengeluaran belanja dapur mencapai Rp 176.000 per rumah per bulan untuk pengeluaran belanja sayur dan lauk.
- Skor literasi lingkungan (/100). Pre-test April menunjukkan 37,3, nilai post-test November melonjak ke 71,2, kenaikan 91%, mengonfirmasi efektivitas edukasi berkelanjutan.

Selain pencapaian numerik, proses evaluasi memunculkan rencana perbaikan minor, seperti standardisasi protokol pakan, yang bisa diintegrasikan pada pelaksanaan kegiatan PkM berikutnya. Hasil-hasil tersebut kemudian dideseminasikan melalui *open-house* desa yang menampilkan unit demonstrasi aktif.

Diskusi

Temuan kuantitatif dan kualitatif secara konsisten menegaskan bahwa penerapan sistem sirkular aquaponik berhasil mengonversi “limbah menjadi sumber daya” sekaligus

memperkuat struktur sosial setempat. Penurunan rata-rata sampah organik rumah tangga hingga 43% dan produksi kascing $\pm 3,2$ kg/unit/bulan menunjukkan efektivitas vermikultur dalam memotong aliran limbah menuju TPA, sedangkan biomassa sayur 2,7 kg/unit/bulan dan FCR lele 1,24 membuktikan efisiensi nutrisi tertutup yang selaras dengan kerangka ekonomi sirkular global (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Manfaat ekonomi yang didapat mendorong rumah tangga melihat limbah sebagai aset; pada saat yang sama, skor literasi lingkungan melonjak 91 %, mengonfirmasi pentingnya pendidikan komunitas yang partisipatif sebagaimana disoroti Meirezaldi et al. (2024).

Keberlanjutan model ini bertumpu pada keterlibatan warga yang terus berkembang, partisipan mulai memodifikasi rak hidroponik, menambah varietas sayuran, dan berbagi praktik terbaik via grup WhatsApp PKK. Sistem pendampingan dari tim pelaksana, termasuk klinik teknis mingguan, menjamin bahwa kendala operasional cepat ditangani, memelihara kinerja sistem di atas standar budidaya konvensional. Dampak sosial pun meluas: identitas komunitas makin kuat karena pengambilan keputusan berbasis data, sementara redistribusi peran gender, anggota keluarga lain memberi pakan lele, meringankan beban perempuan. Untuk memperbesar skala dan memastikan kesinambungan, dukungan lintas pemangku kepentingan dibutuhkan untuk memastikan keberlanjutan kegiatan, perguruan tinggi menyediakan riset lanjutan, dan sektor swasta berpotensi memberi akses pasar serta pembiayaan mikro. Jika sinergi tersebut terbentuk, replikasi di desa lain tidak hanya akan memperluas penurunan pencemaran lingkungan, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi lokal secara berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Program pengelolaan sampah organik berbasis sirkular aquaponik di Dusun Budug telah menunjukkan bahwa model CBPAR mampu mengubah limbah rumah tangga menjadi sumber daya ekonomi sekaligus sarana pemberdayaan sosial. Delapan bulan pendampingan menghasilkan penurunan limbah dapur 43%, dari 14,2 kg menjadi 8,1 kg per rumah per minggu, karena sampah kini dialihkan ke boks vermikultur. Limbah yang terurai menghasilkan rata-rata 3,2 kg kascing tiap unit per bulan, menyuburkan kebun sayur keluarga, sedangkan air kolam kaya nutrisi mendorong panen 2,7 kg sayuran per bulan di lahan hanya ± 2 m². Pada sisi perikanan, lele mencapai laju tumbuh 1,25g/hari⁻¹ dengan FCR 1,25, lebih efisien daripada budidaya konvensional. Kombinasi output sayur-ikan ini menghadirkan penghematan belanja dapur mencapai seratus tujuh puluh enam ribu per bulan per rumah, menegaskan bahwa ekonomi sirkular dapat berakar di pedesaan berpendapatan rendah.

Dari perspektif kapasitas manusia, skor literasi lingkungan melesat 91% (37,3 → 71,2) setelah rangkaian sosialisasi dan lokakarya. Peningkatan 34 poin pengetahuan ini beriringan dengan perubahan sikap, *fotovoices* merekam pergeseran makna “sampah = beban” menjadi “sampah = aset”. Dinamika gender juga membaik; suami dan anak laki-laki mulai terlibat memberi pakan lele, mengurangi beban harian perempuan. Pelibatan lintas umur dan gender inilah yang memperkuat rasa kepemilikan warga, prasyarat utama keberlanjutan sosial.

Secara teknis, sistem aquaponik-vermikultur skala pekarangan terbukti replikatif, desain modular (bak 1 m³, rak 24 lubang, boks 120 L) dapat dipasang dengan biaya terjangkau dan dirawat dengan alat sederhana. Monitoring mingguan dan klinik teknis cepat-tanggap mencegah kegagalan operasional, misalnya pemasangan layar peneduh 60% untuk merawat lele dan cacing.

Untuk penguatan jangka panjang, empat rekomendasi diajukan:

1. Integrasi kebijakan desa, memasukkan anggaran pemeliharaan aquaponik ke APBDes agar unit percontohan tidak berhenti pada siklus proyek.
2. Skema pembiayaan mikro hijau, melibatkan koperasi desa atau CSR swasta guna membantu rumah tangga baru menutup biaya instalasi awal.
3. Jejaring pasar komunitas, membangun rantai penjualan sayur organik-lele melalui pasar daring lokal guna memaksimalkan nilai tambah.
4. Riset lanjutan, mengukur penurunan jejak karbon dan potensi integrasi IoT untuk optimasi pH dan feeding secara otomatis.

Secara keseluruhan, studi ini membuktikan bahwa sirkular aquaponik berbasiskan masyarakat bukan sekadar solusi teknis pengelolaan sampah. Kegiatan kali ini dapat menjadi platform pembelajaran sosial-ekologis yang meningkatkan ketahanan pangan, memperkecil beban TPA, dan memupuk kewirausahaan lokal. Dukungan berkelanjutan dari pemerintah daerah, perguruan tinggi, dan sektor swasta akan mempercepat difusi model ini ke wilayah pedesaan lain dengan permasalahan serupa, sekaligus berkontribusi pada agenda SDG 12 (Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan) di tingkat akar rumput.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya atas dukungan sehingga tercapainya kegiatan ini. Kepada warga Dusun Budug, Desa Sambirejo, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, terima kasih atas dukungan dan peran aktifnya untuk sama-sama memiliki keinginan kuat melestarikan kebersihan lingkungan sekitar tempat tinggal.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarti, L. Y., Hartoyo, B., Bukhari, M., Anwar, M. D., Fachriyad, M., Putra, M. J., & Arietama, G. (2022). Penyuluhan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Lingkungan RT 01 Desa Keliling Benteng Ulu Kabupaten Banjar. *Proceedings of the Lambung Mangkurat Medical Seminar, Indonesia*, 3(1), 110-117.
- Boateng, S., Amoako, P., Appiah, D. O., Poku, A. A., & Garsonu, E. K. (2016). Comparative Analysis of Households Solid Waste Management in Rural and Urban Ghana. *Journal of Environmental and Public Health*, 2016, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2016/5780258>
- Ellen MacArthur Foundation & Material Economics. (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change. *Ellen MacArthur Foundation*.
- Han, Z., Liu, D., Lei, Y., Wu, J., & Li, S. (2015). Characteristics and management of domestic waste in the rural area of Southwest China. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 33(1), 39–47. <https://doi.org/10.1177/0734242X14558668>
- Kurniati, A., Fakhruddin, F., Sundari, P. A. D., Mahdiyyah, Y., & Rahayu, R. (2024). Upaya Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat mengenai Pengolahan Lahan dengan Budidaya Akuaponik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 2(4), 483-490.
- Love, D. C., Fry, J. P., Genello, L., Hill, E. S., Frederick, J. A., Li, X., & Semmens, K. (2014). An International Survey of Aquaponics Practitioners. *PLoS ONE*, 9(7), e102662. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>
- Meirezaldi, O., Worokinasih, S., Fahrudi, A. N. L. I., Prafitri, R., Trisnawati, A., Saputra, R. B., ... Chien, J. M. (2024). *Optimalisasi Potensi Ekosistem Mangrove untuk*

- Pengembangan Wisata Berkelanjutan di Desa Patuguran*. *Community Development Journal*, 5(6), 10937–10942.
- Meirezaldi, O., Worokinasih, S., Fahrudi, A. N. L. I., Prafitri, R., Hapsari, A. P., Anam, A. K., ... Awilia, Z. (2025). Strategi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Komunitas di Desa Sambirejo, Kabupaten Pasuruan. *Abdimas Indonesia Journal*, 5(1), 285-292.
- Rakocy, J., Shultz, R. C., Bailey, D. S., & Thoman, E. S. (2004). Aquaponic Production of Tilapia and Basil. *Acta Horticulturae*, 648, 63–69.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.648.8>
- Tyson, R. V., Treadwell, D. D., & Simonne, E. H. (2011). Opportunities and Challenges to Sustainability in Aquaponic Systems. *HortTechnology*, 21(1), 6–13.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.1.6>
- Wahyuni, R., Firdaus., & Arinanda, A. (2024). Pemberdayaan Masyarakat melalui Aquaponik: Inovasi Berkelanjutan untuk Kesejahteraan Lingkungan dan Ekonomi Lokal. *Jurmas Bangsa*, 2(1), 1-6.